

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет "Запорізька політехніка"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи з дисципліни
"Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем"
для студентів спеціальності 172
«Телекомунікації та радіотехніка»
освітніх програм «Радіoeлектронні апарати та засоби»,
«Інтелектуальні технології мікросистемної радіoeлектронної
техніки» усіх форм навчання

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем" для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітніх програм «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» усіх форм навчання / Уклад.: Поспєєва І.Є. – Запоріжжя: НУЗП, 2021. – 17 с.

Укладач:	Поспєєва Ірина Євгенівна, ст. викладач
Рецензент:	Фурманова Наталія Іванівна, к.т.н., доцент
Відповідальний за випуск:	Шило Галина Миколаївна, д.т.н., доцент, зав. каф. ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 1 від 31.08.20 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
протокол № 2 від 24.09.20 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	6
1.1 Мета та задачі вивчення дисципліни	6
1.2 Рекомендації з вивчення дисципліни.....	6
2 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ	7
3 ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	9
3.1 Теоретична частина.....	9
3.1.1 Перелік питань до першого змістовного модулю	9
3.1.2 Перелік питань до другого змістовного модулю	10
3.1.3 Перелік питань до третього змістовного модулю	10
3.2 Перше індивідуальне завдання (контрольна робота)	12
3.2.1 Тема та мета роботи	12
3.2.2 Порядок виконання роботи	12
3.2.3 Зміст звіту	12
3.3 Друге індивідуальне завдання (контрольна робота).....	14
3.3.1 Тема та мета роботи	14
3.3.2 Порядок виконання роботи	14
3.3.3 Зміст звіту	14
ЛІТЕРАТУРА	16

ВСТУП

Потреба в радіотехнічних системах та пристроях, призначених для вирішення конкретного завдання або ряду завдань, пускає в хід механізм їх створення, в основі якого лежить діяльність розробника за участю замовника, що є проектування виробу. Сутність цього процесу полягає в прийнятті інженерних рішень, які безпосередньо впливають на виготовлення і використання виробів, а також на дії людини при їх експлуатації.

Вся робота по конструюванню нового виробу являє собою процес перетворення інформації аж до реалізації виробу в матеріалі.

Робочі функції радіоелектронних апаратів (РЕА) характеризуються набором параметрів, номінальні значення яких задаються технічним завданням (ТЗ) на розробку виробу. Реалізація цих параметрів в експлуатації залежить як від загального комплексу дестабілізуючих факторів умов експлуатації (кліматичних, механічних і ін.), так і від якості розробки та технології виробництва. Урахування цих факторів вимагає від розробника РЕЗ знань з усіх питань конструкторсько-технологічного проектування, а саме:

- види і порядок розробки технічної документації;
- вплив зовнішніх факторів на працездатність РЕА;
- методи конструювання елементів, вузлів і пристроїв РЕА та виготовлення виробів;
- забезпечення електромагнітної сумісності, механічної міцності, нормальних теплових режимів і надійності виробів;
- загальні питання організації виробництва РЕА;
- стандартні і спеціальні технологічні процеси у виробництві РЕЗ;
- методи складання і монтажу;
- методи регулювання, настройки і випробувань РЕА та ін.

Розвиток інформаційних технологій і застосування їх при проектуванні виробів дає можливість розробнику РЕА використовувати принципово нові інструменти і підходи для скорочення термінів розробки, поліпшення технічних і зниження економічних показників створюваної РЕА.

Після вивчення дисципліни "Основи конструювання електронних приладів" студенти повинні:

знати:

- методологію проектування;
- загальні поняття та принципи конструювання радіотехнічних систем у цілому та їх складових частин;
- методи компоновки і монтажу РЕА;
- сучасну елементу базу, яка застосовується у РЕА;

вміти:

- застосовувати засоби обчислювальної техніки при вирішенні розрахункових, компоновальних та топологічних задач;
- застосовувати методи автоматизованого проектування та стандартні системи САПР при системному підході до виконання розробок; розробляти конструкції ЕП в цілому та їх складові частини з урахуванням дії усіх зовнішніх та внутрішніх факторів.

Дисципліна базується на знанні дисциплін професійної підготовки: "Інженерна та комп'ютерна графіка", "Комп'ютерна графіка", "Теорія електричних кіл та сигналів", "Електро- та радіоматеріали", "Фізичні основи електронних приладів", "Фізичні основи мікро- і наносистемної техніки", "Основи CAD/CAM/CAE систем".

Дисципліна є основою для вивчення дисциплін: "Основи технології електронних апаратів", "Тепломасообмін в радіоелектронних апаратах", "Зовнішні впливи та засоби захисту", "Інженерне проектування".

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1.1 Мета та задачі вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни є вивчення методології проектування конструкцій радіотехнічних систем та їх складових частин з урахуванням вимог технічного завдання, об'єкта установки, обмежень виробництва, забезпечення високої якості і економічної ефективності та отримання практичних навичок конструювання з застосуванням систем автоматизованого проектування.

Основними **задачами** є засвоєння методів проектування конструкцій радіотехнічних систем та їх складових частин та отримання практичних навичок їх застосування.

1.2 Рекомендації з вивчення дисципліни

Навчальна робота над дисциплінами складається з наступних компонентів: прослуховування лекцій; виконання та захист лабораторних робіт; виконання індивідуальних завдань, курсового проекту, самостійне вивчення матеріалу за літературою, що рекомендується.

Дисципліна вивчається у шостому та сьомому семестрах.

Вивчення дисципліни у шостому семестрі завершується складанням заліку за умови успішного виконання лабораторних та самостійних робіт.

Вивчення дисципліни у сьомому семестрі завершується складанням іспиту за умови успішного виконання лабораторних, самостійних робіт та курсового проекту.

Самостійне вивчення матеріалу слід проводити згідно з робочою програмою та питаннями до самостійної роботи, що наведені відповідно у розділах 2 та 3, дотримуючись наступного порядку:

- ознайомлення з темою, що підлягає вивченню за програмою, та добір літератури зі списку, що рекомендується;
- вивчення матеріалу за рекомендованою літературою з конспектуванням основних положень теми;
- виконання практичного завдання.

2 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Об'єкт та процес конструювання. Технічне завдання на розробку радіоелектронної апаратури (РЕА)

Тема 1. Об'єкт та процес конструювання

Основні поняття та визначення. Особливості конструювання РЕА. Основні принципи системного підходу. Блочно-ієрархічний підхід при конструюванні. Синергетична інтеграція при конструюванні

Тема 2. Моделі технічних об'єктів (ТО)

Класифікація моделей ТО. Зв'язок повноти опису ТО з рівнем абстрактності моделі. Поняття макромоделей при проектуванні радіотехнічних систем

Тема 3. Етапи конструювання. Технічне завдання. Класифікація та склад РЕА

Етапи конструювання. Склад технічного завдання на розробку РЕА. Класифікація та склад РЕА

Змістовий модуль 2. Технічні вимоги до РЕА. Організація конструкторських робіт

Тема 4. Технічні вимоги до РЕА

Загальна сукупність технічних вимог до РЕА. Їх класифікація. Дестабілізуючі фактори, що діють на РЕА. Кліматичне виконання. Вимоги зі стійкості конструкції до кліматичних впливів. Забезпечення нормального теплового режиму РЕА. Вимоги зі стійкості конструкції до механічних впливів. Надійність РЕА. Вимоги з забезпечення ремонтпридатності. Забезпечення технологічності й уніфікації. Забезпечення ергономіки, технічної естетики та техніки безпеки. Забезпечення електромагнітної сумісності. Патентно – правові вимоги. Комплексна оцінка якості РЕА

Тема 5 Організація конструкторських робіт

Стадії конструювання. Види конструкторської документації (КД). Загальні вимоги до виконання КД

Змістовий модуль 3. Основи конструювання РЕА

Тема 6. Елементна база РЕА

Класифікація елементної бази. Пасивні елементи: види, принципи дії, особливості конструктивного виконання. Активні

елементи: види, принципи дії, особливості конструктивного виконання. Рекомендації з вибору елементної бази

Тема 7. Конструювання друкованих плат

Види ДП та їх порівняльна характеристика. Конструктивно-технологічні вимоги до ДП. Матеріали при виробництві ДП. Процес проектування ДП

Тема 8. Модульний принцип конструювання. Базові несучі конструкції

Змістовий модуль 4. Особливості конструкцій РЕА в залежності від призначення. Автоматизація проектування

Тема 9. Особливості конструкцій стаціонарних радіоелектронних апаратів

Тема 10. Особливості конструкцій бортових радіоелектронних апаратів

Тема 11. Особливості конструкцій носимих та переносних радіоелектронних апаратів

Тема 12. Автоматизація проектування РЕА

3 ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота складається з теоретичної та практичної частини.

Теоретична частина полягає у відповідях на питання для самостійної роботи до перших трьох змістовних модулів, які обираються згідно з варіантом (табл. 3.1).

Практична частина полягає у виконанні:

- *двох індивідуальних завдань* для студентів денної форми навчання;
- *двох контрольних робіт* для студентів заочної форми навчання.

3.1 Теоретична частина

3.1.1 Перелік питань до першого змістовного модулю

3.1.1.1 Поняття системного підходу при конструюванні

3.1.1.2 Умови системності

3.1.1.3 Основні принципи системного підходу: врахування етапів "життєвого циклу" об'єкта проектування, історії та перспектив його розвитку

3.1.1.4 Основні принципи системного підходу: врахування взаємодії з зовнішнім та внутрішнім середовищем

3.1.1.5 Основні принципи системного підходу: врахування динаміки розвитку об'єкта проектування, показників його якості

3.1.1.6 Основні принципи системного підходу: розкриття основних технічних протиріч об'єкта проектування

3.1.1.7 Блочно-ієрархічний підхід при конструюванні РЕА

3.1.1.8 Синергетична інтеграція при конструюванні РЕА

3.1.1.9 Класифікація моделей технічних об'єктів

3.1.1.10 Зв'язок повноти опису технічного об'єкта з рівнем абстрактності моделі

3.1.1.11 Види макромоделей РЕА

3.1.1.12 Склад технічного завдання

3.1.1.13 Класифікація РЕА за тривалістю роботи

3.1.1.14 Класифікація РЕА за надійністю

3.1.1.15 Класифікація РЕА за функціональною та конструктивною складністю

3.1.2 Перелік питань до другого змістовного модулю

- 3.1.2.1 Кліматичне виконання
- 3.1.2.2 Вимоги з електромагнітної сумісності
- 3.1.2.3 Патентно-правові вимоги
- 3.1.2.4 Класифікація конструкторських документів за формою.
Графічні конструкторські документи
- 3.1.2.5 Класифікація конструкторських документів за формою.
Текстові конструкторські документи
- 3.1.2.6 Класифікація конструкторських документів за способом
та характером виконання
- 3.1.2.7 Типи і види схем
- 3.1.2.8 Складові частини схем
- 3.1.2.9 Правила виконання схеми електричної принципової
- 3.1.2.10 Правила виконання переліку елементів до схеми
електричної принципової
- 3.1.2.11 Поняття основного конструкторського документу
- 3.1.2.12 Загальні правила виконання складальних креслень
- 3.1.2.13 Правила виконання специфікацій
- 3.1.2.14 Загальні правила виконання робочих креслень деталей
- 3.1.2.15 Правила постановки розмірів на робочих кресленнях

3.1.3 Перелік питань до третього змістовного модулю

- 3.1.3.1 Класифікація елементної бази за призначенням
- 3.1.3.2 Класифікація елементної бази за характером
споживання енергії. Активні та пасивні елементи
- 3.1.3.3 Класифікація елементної бази за принципом дії
- 3.1.3.4 Класифікація елементної бази за конструктивними
ознаками. SMD та THT елементи
- 3.1.3.5 Рекомендації з вибору резисторів
- 3.1.3.6 Рекомендації з вибору конденсаторів
- 3.1.3.7 Рекомендації з вибору індуктивних компонентів
- 3.1.3.8 Рекомендації з вибору комутаційних пристроїв
- 3.1.3.9 Рекомендації з вибору індикаторів
- 3.1.3.10 Рекомендації з вибору активних компонентів
- 3.1.3.11 Види друкованих плат
- 3.1.3.12 Порівняльна характеристика друкованих плат
- 3.1.3.13 Загальна характеристика матеріалів друкованих плат

3.1.3.14 Матеріали основи друкованих плат

3.1.3.15 Матеріали фінішного покриття друкованих плат

Таблиця 3.1 - Розподіл питань відповідно з варіантами

Варіант	Номера питань для кожного змістовного модуля
1	1, 6, 11
2	2, 7, 12
3	3, 8, 13
4	4, 9, 14
5	5, 10, 15
6	1, 7, 13
7	2, 8, 14
8	3, 9, 15
9	4, 10, 11
10	5, 6, 12
11	1, 8, 15
12	2, 9, 11
13	3, 10, 12
14	4, 6, 13
15	5, 7, 14

Відповіді на питання оформлюються у вигляді звіту. Кожен звіт повинен бути зданий по закінченні відповідного модуля.

Відповіді на питання для самостійної роботи можна знайти у конспектах лекцій з курсу [8], [9] та рекомендованій літературі [3] - [7].

При виконанні роботи допускається користуватися інтернет-ресурсами.

3.2 Перше індивідуальне завдання (контрольна робота)

Перше індивідуальне завдання виконується у шостому семестрі.

3.2.1 Тема та мета роботи

Тема роботи: аналіз радіоелектронного апарата (РЕА) середнього рівня складності з урахуванням технічних вимог.

Мета роботи: закріпити матеріал, отриманий при вивченні теоретичних розділів та виконанні лабораторних робіт з дисципліни.

3.2.2 Порядок виконання роботи

3.2.2.1 Отримати об'єкт аналізу згідно з варіантом (табл. 3.2).

3.2.2.2 Визначити клас, групу і підгрупу використання та групу виконання об'єкту аналізу.

3.2.2.3 Визначити кліматичне виконання та категорію розміщення об'єкту аналізу.

3.2.2.4 Враховуючи умови експлуатації та тип виробництва, скласти перелік технічних вимог до об'єкту аналізу та проранжувати їх. Визначити найбільш пріоритетні вимоги.

3.2.2.5 Запропонувати конструктивні рішення, що найбільш оптимально забезпечують виконання технічних вимог до РЕА.

3.2.3 Зміст звіту

3.2.3.1 Тема та мета роботи.

3.2.3.2 Клас, група і підгрупа використання та група виконання об'єкту аналізу згідно з його функціональним призначенням.

3.2.3.3 Кліматичне виконання та категорія розміщення об'єкту аналізу згідно з умовами його експлуатації.

3.2.3.4 Перелік технічних вимог до об'єкту аналізу з вказівкою найбільш пріоритетних.

3.2.3.5 Конструктивні рішення, що найбільш оптимально забезпечують виконання технічних вимог.

3.2.3.6 Короткий опис конструкції об'єкту аналізу.

3.2.3.7 Висновки.

При виконанні роботи рекомендується користуватися конспектом лекцій з курсу [8], методичними вказівками до лабораторних робіт [10] та рекомендованою літературою [3] - [6].

Таблиця 3.2 - Вихідні дані до роботи

Варіант	Об'єкт аналізу	Тип виробництва
1	музичний центр	крупносерійне
2	системний блок комп'ютера	крупносерійне
3	MP3 плеєр	масове
4	радіостанція професійна бортова (B4)	дрібносерійне
5	телевізор LED	масове
6	ноутбук	крупносерійне
7	радіостанція професійна штабна (C1)	дрібносерійне
8	DVD-плеєр	крупносерійне
9	планшет	масове
10	автомат управління вуличним освітленням	дрібносерійне
11	осцилограф	одиничне
12	радіостанція професійна індивідуальна (H7)	одиничне
13	мобільний телефон	масове
14	"автосторож"	крупносерійне
15	радіостанція професійна індивідуальна (P6)	одиничне

3.3 Друге індивідуальне завдання (контрольна робота)

Друге індивідуальне завдання виконується у сьомому семестрі.

3.3.1 Тема та мета роботи

Тема роботи: аналіз сучасної елементної бази, що застосовується при проектуванні РЕА.

Мета роботи: ознайомитися з класифікацією та типами сучасних активних та пасивних SMD-електрорадіоелементів та компонентів, їх конструкціями, принципами роботи, маркуванням та варіантами установки на друковані плати.

3.3.2 Порядок виконання роботи

3.3.2.1 Підібрати та провести повний аналіз елементів схеми електричної принципової радіоелектронного пристрою з завдання до курсового проекту

3.3.2.2 Оформити звіт.

3.3.3 Зміст звіту

3.3.3.1 Тема та мета роботи.

3.3.3.2 Загальна класифікація елементної бази. Відмінності SMD-елементної бази, її основні переваги та можливі ускладнення застосування.

3.3.3.3 Інформаційні матеріали за кожною групою елементів:

- а) призначення та принцип дії елемента;
- б) основні параметри (включаючи діапазон номінальних значень) та технічні характеристики;
- в) маркування в залежності від фірми-виготовника;
- г) правила запису у КД в залежності від фірми-виготовника;
- д) ескізи конструкції з вказівкою основних розмірів;

е) ескізи варіантів установки елемента на друковану плату з вказівкою розміщення контактних площинок та усіх установочних розмірів (розміри КП та відстаней між ними);

ж) додаткові дні - конструктивні, технологічні та експлуатаційні особливості даної групи елементів (за необхідності).

3.3.3.4 Висновки.

Примітка. Слід надавати конкретну інформацію з вказівкою кількісних значень параметрів, характеристик та розмірів. Ескізи треба виконувати зі збереженням усіх розмірів у відповідному масштабі.

При виконанні роботи рекомендується користуватися вказаною літературою [7] та каталогами [11] - [14].

ЛІТЕРАТУРА

1 ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.052-2006, IDT) [Текст]. – Чинний від 2007–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с.

2 ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT) [Текст]. – Чинний від 2013–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2013. – 30 с.

3 Ольшевський, С.В. Конструювання радіоелектронних засобів [Текст]: конспект лекцій за курсом / С.В. Ольшанський. - К.: КНУ ім. Т.Шевченка, 2014. - 199 с.

4 Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання [Текст]: навчальний посібник / [Є.М. Травніков, В.С. Лазебний, Г.Г. Власюк та ін.]; за загальною редакцією В.С. Лазебного. – К.: «КАФЕДРА», 2015. – 285 с.: іл.

5 Ганжа, С.М. Основи конструювання електронних засобів [Текст]: підручник / С.М. Ганжа. – Луганськ.: Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2011. – 491 с.

6 Нікольський, О.І. Ергономіка і дизайн мікроелектронної апаратури [Текст]: навч. посіб. / О.І. Нікольський. – Вінниця.: Вінниц. держ. техн. ун-т., 2000. – 124 с.

7 Матвійків, М.Д. Елементи та компоненти електронних пристроїв [Текст]: підручник / М.Д. Матвійків, Б.С. Вус, О.М. Матвійків. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. - 496 с.

8 Конспект лекцій з дисципліни "Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем", частина перша, для студентів спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка" (освітні програми "Радіоелектронні апарати та засоби", "Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки") усіх форм навчання / Уклад.: І.Є. Поспєєва, – Запоріжжя: НУЗП, 2020. – 78 с.

9 Конспект лекцій з дисципліни "Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем", частина друга, для студентів спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка" (освітні програми "Радіоелектронні апарати та засоби", "Інтелектуальні технології

мікросистемної радіоелектронної техніки") усіх форм навчання / Уклад.: І.Є. Поспєєва, – Запоріжжя: НУЗП, 2020. – 95 с.

10 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем", частина перша, для студентів спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка" (освітні програми "Радіоелектронні апарати та засоби", "Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки") усіх форм навчання / Уклад.: І.Є. Поспєєва, – Запоріжжя: НУЗП, 2020. – 68 с.

11 Электронные компоненты для печатного монтажа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.smd.ru/>

12 ChipDip: каталог товаров [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.chipdip.ru/>

13 Digi Key: каталог товаров [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.digikey.com/>

14 РЕОМ: каталог товаров [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://reom.ru/katalog/>